

# 煤制油液化化工工艺研究

张继华 杨占奇 张乐乐

国家能源集团宁煤煤业公司煤制油分公司 宁夏灵武 750411

**摘要:** 随着全球能源结构的转变和化石能源的日益枯竭,寻找新型可替代能源和多元化能源供应已成为当今世界的重要议题。作为一种丰富的化石资源,煤炭在全球能源结构中占据了重要地位。然而,直接燃烧煤炭不仅会带来严重的环境污染,而且其产生的二氧化碳排放也是导致全球气候变化的主要因素。因此,高效、清洁地利用煤炭资源已成为全球能源可持续发展的重要方向,本文就此展开了探讨。

**关键词:** 煤制油; 液化; 化工工艺

## 引言

目前,我国正处于一个稳定的发展时期,在这样的社会经济背景下,如何合理利用能源资源成为了确保社会持续发展和提高生活与生产品质的核心议题。尽管我国是一个能源丰富的国家,但其人均资源的分布仍然显示出某种程度的紧张态势。因此,有必要推动多样化的能源利用,采用煤制油的液化技术来替代传统的石油资源,这种创新方法需要经过实际操作的验证后才能被广泛采纳。

### 一、煤制油液化化工工艺价值

煤制油液化是一种通过化工工艺将固体煤炭转化为液体油类能源的过程,具有重要的价值和意义。这种工艺的价值主要体现在以下几个方面。

首先,煤制油液化工艺能够有效利用煤炭资源,将其转化为更加清洁高效的液体燃料。煤炭作为一种丰富的化石能源,具有巨大的储量,然而其燃烧会产生大量的污染物以及温室气体,对环境造成严重影响。通过液化工艺,可以将煤炭转化为石油相似的液体燃料,减少了燃烧过程中的污染物排放,提高了能源效率和清洁度。其次,煤制油液化工艺有助于煤炭行业的转型升级。煤炭资源是我国能源结构的重要组成部分,但由于煤炭的高含硫、高灰分等特点,其开发利用面临诸多挑战。通过液化工艺,可以将煤炭转化为高附加值的石油产品,提高煤炭的利用效率和经济价值,推动煤炭产业向绿色、低碳、高效的方向发展。此外,煤制油液化工艺还可以增加国家的能源安全。煤炭资源在我国占据重要地位,但石油等其他能源的依赖度相对较高。通过将煤炭转化为液体燃料,可以减少对进口石油的依赖,提高国家能源供应的自主性和稳定性,

降低了因为能源供应不稳定而带来的风险。

综上所述,煤制油液化化工工艺具有巨大的价值。通过将固态的煤炭转化为液体燃料,可以提高能源效率,减少环境污染,促进煤炭行业的转型升级,增加国家能源安全。在推动可持续发展和保障能源需求的同时,煤制油液化工艺也为我国实现经济的绿色增长和能源的可持续利用提供了重要支撑。

## 二、煤制油液化的基本原理

### 1. 煤的组成和性质

煤炭是一种由碳、氢、氧、氮和硫等多种元素构成的复杂有机物质。煤的成分和特性会受到生煤类型、成熟程度、纯净度以及矿物质含量等多个因素的综合影响。通常情况下,煤中的有机物质主要由挥发成分、固定碳、灰质和水组成。挥发性成分主要来源于煤的可燃部分,而固定碳则构成了煤的主要碳含量。煤中的灰分和硫分作为无机杂质,可能会对其液化过程带来负面效果。除了这些,煤的挥发性成分、其化学构成以及化学反应的活性也构成了煤制油液化领域研究的核心议题。

### 2. 主要液化工艺的分类和特点

主要液化工艺可以分为直接液化和间接液化两大类。直接液化主要是指采用氢气作为氢化剂,将煤炭在高温高压条件下直接液化为石油类产品。这种工艺具有反应温度高、煤种适应性广、产物选择性好等特点。直接液化可以通过煤浆液化和固体煤直接液化两种方式进行。间接液化主要采用两步法,即先将煤炭气化制备合成气,再通过费托合成工艺将合成气转化制备液态燃料和化工产品。这种工艺具有气化

温度较低、适合高灰分煤种制备气态燃料等特点。其中，负压气化和费托合成是典型的间接液化工艺。

### 3. 液化反应的机理和条件

直接液化反应是通过加热和加压条件下煤与液体或气体反应生成液体燃料或化工产品。液化反应的机理包括热解、裂解、重组和氢解等过程。热解是指在高温条件下，煤分子的化学键断裂生成气体和液体产物，其中主要生成煤油和煤焦油。裂解是指煤分子的断裂与重组，产生轻质烃类化合物。重组是指破坏煤分子的大分子结构，重组为更简单的有机化合物，生成液态产品。氢解是指在氢气存在下，煤分子与氢气反应生成液态燃料和化工产品。间接液化是先把煤炭在高温下与氧气和水蒸气反应，使煤炭全部气化、转化成合成气（CO 和 H<sub>2</sub> 的混合物），然后再在费托催化剂的作用下发生费托合成反应生成烃类。根据使用的反应器与催化剂可将不同的费托合成工艺细分为四种典型的工艺：铁基/钴基低温固定床费托合成技术，铁基高温流化床费托合成技术，铁基/钴基低温浆态床费托合成技术，铁基高温浆态床费托合成技术。

总的来说，煤制油液化工艺的分类和特点主要包括直接液化和间接液化两种方式。具体选择应根据煤种特性、工艺的经济性和环境影响等综合因素进行评估和比较。

## 三、煤间接液化的关键技术

### 1. 煤气化技术

煤气化技术是现代煤化工的龙头技术，无论是以生产油品为主的煤液化，还是以生产化工产品为主的其他煤化工，选择合适的煤气化技术都是决定项目全流程生产装置连续稳定运行和煤化工生产企业经济效益的关键。目前，已形成具有自主知识产权的大型加压煤气化新技术主要有：多喷嘴对置式水煤浆气流床加压气化技术、航天干煤粉气流床加压气化技术、水煤浆水冷壁废锅流程气流床加压气化技术，“神宁炉”干煤粉气流床加压气化技术、“东方炉”干煤粉气流床加压气化技术等。

### 2. 费托合成技术

费托反应器通常采用高压和高温的条件，同时也需要选择合适的催化剂以促进液化反应的进行。在设计反应器时，需要考虑反应器的体积、形状和材料选择，以确保反应器能够承受高压和高温的条件，同时具备良好的传热和传质性能。此外，还需要对反应器的操作条件进行优化，包括反

应温度、反应压力、反应时间等参数的选择，以达到最佳的反应效果和产物质量。高效费托合成催化剂的开发是费托合成技术与工业化的关键。制备出价格低廉、活性高、稳定性好且具有工业应用前景的催化剂，对煤炭间接液化技术的成功产业化具有重要意义。研究开发费托合成催化剂的目标是减少甲烷生成、选择性地合成目标烃类以及提高吨催化剂产油率。

### 3. 产物分离和加工技术

煤间接液化会生成大量的液体产物，包括轻质油、重质油和蜡等产品。这些产物需要进行有效的分离和加工，以获得目标产品和提高产物的品质和收率。产物分离技术主要涉及粗分离和精分离等过程。粗分离通过物理分离方法将液态产物划分为不同的组分，去除其中的杂质和固体颗粒。精分离则通过化学方法进一步提纯产物，获得高纯度的柴油、石脑油和化工产品。产物加工技术主要涉及加氢精制、加氢裂化、产品提质等工艺，通过对产物的化学转化和结构调整，进一步提高产品的附加值和性能。

总的说来，煤间接液化关键技术包括煤气化、费托合成技术以及产物的分离和加工技术。这些技术环节相互配合，共同确保煤间接液化过程的高效运行和产物的高质量产出。未来随着科学技术的不断进步，煤间接液化技术将进一步得到优化和创新，为解决能源问题和环境问题提供更多的选择和解决方案。

## 四、结束语

能源资源与社会经济增长之间存在着紧密的联系，特别是在当前社会，石油能源的短缺更是提醒我们需要在能源应用技术上创新，以实现多元化的能源发展。从煤间接液化工艺的技术角度看，它可以将煤炭转变为液态的能源化工品，从而显著减少石油能源的使用和消耗。在此过程中，有必要对煤制油液化的化工技术进行进一步的完善，以促进我国能源的多样化发展。

### 参考文献

- [1] 高阳. 煤制油液化化工工艺简述[J]. 山西化工, 2020,40(2):28-30.
- [2] 王楠. 煤制油液化化工工艺简述[J]. 清洗世界, 2019,35(1):75-76.
- [3] 岳黎芬. 关于煤制油液化化工工艺分析[J]. 化工管理, 2018(32):91-92.